

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-154807

(43)Date of publication of application : 28.05.2002

(51)Int.Cl.

C01B 3/38

F02M 27/02

H01M 8/04

H01M 8/06

H01M 8/10

(21)Application number : 2000-349623

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 16.11.2000

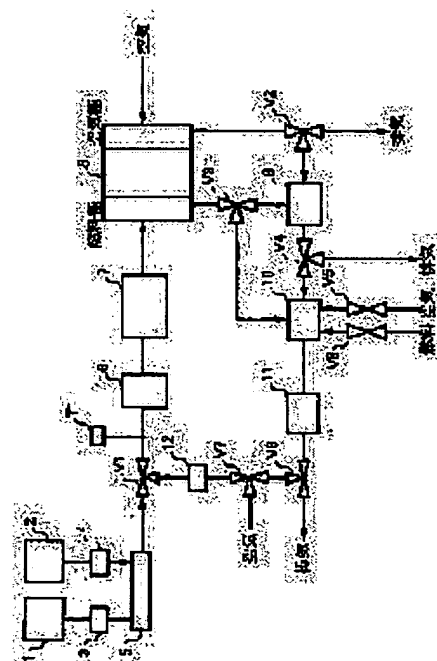
(72)Inventor : YAMAUCHI NOBORU  
AOYAMA HISASHI  
ISHIWATARI KAZUHIKO  
KOMATSU HIROSHI

## (54) REFORMING SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a reforming system, in which damage to a catalyst and the heat strain of an apparatus are prevented by preventing the radical change of the temperature in the system when the operation is stopped and simultaneously the entering of air from the outside is easily prevented.

**SOLUTION:** In the reforming system provided with a reformer 6 for producing a reformed gas by reforming fuel and a power source 8 working by using the reformed gas produced in the reformer as fuel, a refluxing passage for refluxing an exhaust gas to the reformer from valves V6 and V7 when the operation is stopped is formed and a gas circulating passage is formed by sealing the gas in the system by valves V1, V3, V4, V6 and V7 and the sealed gas is circulated by a pump 12. It is prevented that the pressure in the system becomes negative by controlling the quantity of the combustion gas (exhaust gas produced in the reforming system) produced in a combustor 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The reforming system which encloses the inside of a system annularly and is characterized by to circulate the gas in a this enclosed system with a pump so that the exhaust gas generated by reforming system at the time of shutdown may make flow back in a reforming vessel in a reforming system equipped with a reforming machine which reforms a hydrocarbon fuel and generates reformed gas, and a source of power which operates considering reformed gas generated with this reforming vessel as a fuel.

[Claim 2] A reforming system according to claim 1 characterized by carrying out a pressure in a reforming system to more than atmospheric pressure by controlling the amount of generation of exhaust gas generated by said reforming system.

[Claim 3] A pump made to circulate through said enclosed gas is a reforming system according to claim 1 or 2 characterized by making an air pump which sends out air to a reforming machine serve a double purpose at the time of operation.

[Claim 4] A reforming system given [ any / one ] in claim 3 from claim 1 characterized by controlling a cooling rate of a system by adjusting the rate of flow of gas which circulates through the inside of a system.

[Claim 5] A reforming system of any one publication of claim 1 to claim 4 characterized by having a cooling system which cools gas which circulates through the inside of a system.

[Claim 6] A reforming system according to claim 5 characterized by controlling temperature of gas which circulates through the inside of a system by adjusting the rate of flow of a refrigerant in said cooling system.

[Claim 7] A reforming system according to claim 5 or 6 characterized by using waste heat of said cooling system within a reforming system.

[Claim 8] It is the reforming system of any one publication of claim 1 to claim 7 by which said source of power is a fuel cell, and it is being [ said exhaust gas / combustion gas of exhaust gas from a fuel cell, or exhaust gas ] characterized.

[Claim 9] It is the reforming system of any one publication of claim 1 to claim 7 which said source of power is an engine which uses as a fuel at least one side of a hydrocarbon fuel used as a raw material of reformed gas or this reformed gas, and is characterized by said exhaust gas being exhaust gas from this engine.

[Claim 10] Said reforming machine is the reforming system of any one publication of claim 1 to claim 9 characterized by performing a steam-reforming reaction with a hydrocarbon fuel and water.

[Claim 11] A reforming system according to claim 10 characterized by supplying waste heat of said source of power to said reforming machine.

[Claim 12] It is the reforming system according to claim 11 characterized by compensating quantity of heat which ran short when said reforming machine performed a partial oxidation reaction with a part and air of a hydrocarbon fuel when waste heat of said source of power supplied runs short.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the shutdown technology of a reforming system especially about the reforming system equipped with the reforming machine which generates reformed gas, and the source of power which operates considering this reformed gas as a fuel from a hydrocarbon fuel.

[0002]

[Description of the Prior Art] it replaces by the reformed gas which remains in a system using the inert gas (a combustion gas) which the hydrocarbon fuel which is the raw material of a thing (reference, such as JP,6-203865,A) or reformed gas which replaces by the reformed gas which remains in a system using the inert gas which removed and obtained oxygen gas as technology at the time of the shutdown of a reforming system after carrying out combustion processing of the exhaust gas of a fuel cell burned, and obtained -- a thing (reference, such as JP,8-78037,A) is known.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to prepare the inert gas of amount sufficient in the above-mentioned Prior art in order to replace the whole system, the former needs to install the tank in which inert gas is stored, and the latter needs to use a combustor with a big capacity. For this reason, the system was enlarged and there was a problem as a system of the mounted mold with which especially a miniaturization is demanded.

[0004] Moreover, in the reforming system which carries out operating at high temperatures since the flow of the gas in a system stops by the shutdown of a system, the temperature in a system rose abruptly and there was a problem that a catalyst is damaged, or a temperature change is large immediately after restoration of the inert gas of low temperature since the temperature in a system carries out a sudden fall and temperature rises abruptly as mentioned above after that, and a heat strain occurred to equipment.

[0005] Furthermore, since the inside of a system served as negative pressure by the fall of the temperature in a system immediately after inert gas restoration, in order to prevent invasion of the air from the outside, the expensive piping system was needed. Then, while this invention is made in view of the above conventional problems and attaining the miniaturization of a system, it aims at offering the reforming system which prevents the abrupt change of the temperature in a system at the time of shutdown, prevents damage on a catalyst, and the heat strain of equipment, and can prevent invasion of the air from the outside easily further.

[0006]

[Means for Solving the Problem] For this reason, the inside of a system encloses annularly and invention concerning claim 1 is characterized by to circulate the gas in the this enclosed system with a pump in the reforming system equipped with a reforming machine which reforms a hydrocarbon fuel and generates reformed gas, and a source of power which operates considering reformed gas generated with this reforming vessel as a fuel so that the exhaust gas generated by reforming system at the time of shutdown may make flow back in a reforming vessel.

[0007] Invention concerning claim 2 is characterized by carrying out a pressure in a reforming system to more than atmospheric pressure in invention concerning claim 1 by controlling the amount of generation of exhaust gas generated by said reforming system. In invention which invention concerning claim 3 requires for claim 1 or claim 2, a pump made to circulate through said enclosed gas is characterized by making an air pump which sends out air to a reforming machine serve a double purpose at the time of operation.

[0008] Invention concerning claim 4 is characterized by controlling a cooling rate of a system in invention concerning any one of claim 1 to the claims 3 by adjusting the rate of flow of gas which circulates through the inside of a system. Invention concerning claim 5 is characterized by having a cooling system which cools gas which circulates through the inside of a system in invention concerning any one of claim 1 to the claims 4.

[0009] Invention concerning claim 6 is characterized by controlling temperature of gas which circulates through the inside of a system by adjusting the rate of flow of a refrigerant in said cooling system in invention concerning claim 5. Invention concerning claim 7 is characterized by using waste heat of said cooling system within a reforming system in invention concerning claim 5 or claim 6.

[0010] In invention which invention concerning claim 8 requires for any one of claim 1 to the claims 7, said source of power is a fuel cell, and it is being [ it / combustion gas of exhaust gas from a fuel cell, or exhaust gas ] characterized by said exhaust gas. In invention which invention concerning claim 9 requires for any one of claim 1 to the claims 7, said source of power is an engine which uses as a fuel at least one side of a hydrocarbon fuel used as a raw material of reformed gas or this reformed gas, and it is characterized by said exhaust gas being exhaust gas from this engine.

[0011] In invention which invention concerning claim 10 requires for any one of claim 1 to the claims 9, said reforming machine is characterized by performing a steam-reforming reaction with a hydrocarbon fuel and water. Invention concerning claim 11 is characterized by supplying waste heat of said source of power to said reforming machine in invention concerning claim 10.

[0012] In invention concerning claim 11, invention concerning claim 12 is characterized by compensating, when said reforming machine performs a partial oxidation reaction with a part and air of a hydrocarbon fuel, when waste heat of said source of power supplied runs short.

[0013]

[Effect of the Invention] Since according to invention which takes claim 1 both the exhaust gas which is inert gas by enclosing the inside of a system annularly, and the reformed gas which remained are enclosed in a system so that the exhaust gas generated by the reforming system may be made to flow back in a reforming vessel, a combustor with big space for preparing inert gas beforehand or capacity is not needed, but a system can be miniaturized. moreover, since the abrupt change of the temperature in a system can be stopped while the residual reformed gas which is made to circulate through the gas enclosed in the system with a pump and which was come out of and enclosed is consumed, damage on a catalyst and the heat strain of equipment can be prevented.

[0014] Since according to invention concerning claim 2 it prevents that the pressure in a system becomes negative pressure by controlling the amount of exhaust gas generation generated by the reforming system and it is done to more than atmospheric pressure, invasion of the air from the outside to into a system can be prevented easily. Since the air pump which sends air is used also [ machine / reforming ] at the time of operation as invention \*\*\*\*\* concerning claim 3, and a pump for the gas circulation in a system, the air pump only for circulation can be excluded.

[0015] Since cooling effectiveness can be adjusted by adjusting the rate of flow of the gas which flows the inside of a circuit according to invention concerning claim 4, the cooling rate of a system is controllable. According to invention concerning claim 5, since the temperature control in a system is made with a cooling system, the cooling rate of a system is controllable.

[0016] Since the cooling effectiveness of the gas which circulates through the inside of a system can be adjusted by adjusting the rate of flow of the refrigerant of a cooling system according to invention concerning claim 6, the cooling rate of a system is controllable. According to invention concerning claim 7, improvement in energy efficiency can be aimed at by using the waste heat of a condensator with equipments in a system, such as a carburetor.

[0017] According to invention concerning claim 8, by using the combustion gas of the exhaust gas by the side of the fuel electrode of a fuel cell, or this exhaust gas, the miniaturization of a system can be attained and the damage at the time of a system shutdown can be prevented. According to invention concerning claim 9, by using engine exhaust gas, the miniaturization of a system can be attained and the damage at the time of a system shutdown can be prevented certainly.

[0018] According to invention concerning claim 10, the reformed gas which is the fuel of the source of power is generable by performing the steam-reforming reaction by the hydrocarbon fuel and water. Since the steam-reforming reaction by the hydrocarbon fuel and water is endothermic reaction, while energy efficiency improves by supplying the waste heat of the source of power to a reforming machine according to invention concerning claim 11, exhaust heat recovery of the source of power can be performed.

[0019] When the quantity of heat of the waste heat of the source of power supplied runs short according to invention concerning claim 12, the insufficiency of quantity of heat can be compensated with performing a partial oxidation reaction with the part and air of a hydrocarbon fuel which are exothermic reaction.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained. Drawing 1 is the example of the reforming system at the time of using a fuel cell as a source of power. As shown in drawing 1 , a reforming system The passage change over bulb suitably arranged on a fuel tank 1, a water tank 2, the liquid-sending pumps 3 and

4, a carburetor 5, a thermometer T1, the reforming machine 6, the carbon monoxide stripper 7, a fuel cell 8, the water recovery system 9, a combustor 10, a cooling system 11, the pump 12 that sends out air to the reforming machine 6, and each passage It is constituted including V1-V4, (V6, V7), and a stop valve (V5, V8).

[0021] With the liquid-sending pump 3, the water in a water tank 2 is sent for the hydrocarbon fuel in a fuel tank 1 to a carburetor 5 by the liquid-sending pump 4. Water is evaporated, it mixes with a hydrocarbon fuel, and a carburetor 5 generates material gas. A carburetor 5 and the reforming machine 6 which is open for free passage through a bulb V1 reform material gas in the gas (reformed gas) which uses hydrogen and a carbon monoxide as a principal component.

[0022] A carbon monoxide is removed by the carbon monoxide stripper 7, and reformed gas is sent to a fuel cell 8. With the reformed gas (hydrogen) supplied to a fuel electrode side, and the pump which is not illustrated, a fuel cell 8 makes the oxygen in the air supplied to an air pole side react, and is generated. Here, in this system, the polymer electrolyte fuel cell (PEFC) is used as a fuel cell 8.

[0023] A bulb V3 is formed in the exhaust-stream way by the side of the fuel electrode of a fuel cell 8, and the passage to the combustor 10 located in water-recovery equipment 9 or its lower stream of a river is formed in it by switch. A bulb V2 is formed in the exhaust-stream way by the side of the air pole of a fuel cell 8, and the passage to water-recovery equipment or the exterior is formed in it by switch. A bulb V4 is formed in the downstream of water-recovery equipment 9, and the passage to a combustor 10 or the exterior is formed in it by switch.

[0024] A combustor 10 carries out combustion processing of the exhaust gas containing the hydrogen from which air is constituted so that a fuel may be supplied through a bulb V8, and it was not consumed from a fuel cell 8 through a bulb V5. A cooling system 11 is formed in the downstream of a combustor 10, and cools the exhaust gas (combustion gas) by which combustion processing was carried out. In addition, a cooling system 11 has a heat exchange function, and waste heat is constituted so that it may be used in said carburetor 5 grade.

[0025] A bulb V6 is formed in the downstream of a cooling system 11, and the exterior or the passage to a bulb V7 is formed by the switch. Therefore, in this operation gestalt, the reflux way which makes the combustion gas which burned the exhaust gas of a fuel cell flow back in the reforming vessel 6 is formed by making a bulb V6 and a bulb V7 open for free passage. The actuation at the time of operation of the reforming system constituted as mentioned above is explained.

[0026] The material gas generated with the carburetor 5 passes along a bulb V1, and air is sent to the reforming machine 6 through a bulb V7 and a bulb V1 with a pump 12. Material gas is sent to the fuel electrode side of a fuel cell 8, after reforming is carried out with the reforming vessel 6 and a carbon monoxide is removed. Here, in PEFC, during system operation, water is generated at an air pole side and water is not generated at a fuel electrode side.

[0027] Therefore, since the hydrogen from which it was not consumed with a fuel cell 8 although the exhaust gas by the side of the fuel electrode of a fuel cell 8 did not contain moisture is included, after being sent to a combustor 10 through a bulb V3 and consuming hydrogen, it is discharged via a cooling system 11 and a bulb V6 outside. On the other hand, since the exhaust gas by the side of the air pole of a fuel cell 8 contained moisture, after it is sent to water-recovery equipment 9 through a bulb V2 and has moisture collected, it is discharged through a bulb V4 outside.

[0028] Next, the actuation at the time of shutdown is explained using the flow chart of drawing 2. Step 1 (it is described as the inside S1 of drawing.) the following -- being the same -- to the raw material (gas) supply disconnect command to the reforming machine 6 inputted, at step 2, the carburetor 5 side of a bulb V1 is closed, supply of the raw material to a system is intercepted, and a reflux road side (pump 12 side) presupposes that it has opened.

[0029] At step 3, the exhaust air (exterior) side of the bulb V2 prepared in the exhaust-stream way of the air side pole of a fuel cell 8 is opened, and the water recovery-system 9 side is closed. That is, at PEFC, during shutdown, by the air pole side, since water is not generated, not passing through the water recovery system 9, it discharges to the exterior as it is. At step 4, an aperture and combustor 10 side is closed for the water recovery-system 9 side of the bulb V3 prepared in the exhaust-stream way by the side of the fuel electrode of a fuel cell 8. Thereby, since the exhaust-stream way by the side of the fuel electrode under shutdown goes via the water recovery system 9, the water generated in case residual reformed gas is burned with a combustor 10 is removed from the inside of Rhine, and the catalyst damage by condensation of water etc. can be prevented.

[0030] At step 5, the combustor 10 side of the bulb V4 prepared between the water recovery system 9 and the combustor 10 is opened, and an exhaust side is closed. At step 6, the reflux road side (bulb V7 side) of the bulb V6 prepared in the lower stream of a river of a cooling system 11 is opened, and an exhaust side is closed. At step 7, the air side of a bulb V7 is closed and a reflux road side (bulb V6 side) is opened.

[0031] While forming the reflux way which makes the combustion gas of the exhaust gas of a fuel cell 8 flow back in a reforming vessel by the bulb V6 and the bulb V7 by step 7 from the above step 2, bulbs V1, V3, V4, V6, and V7 enclose in a system the combustion gas and residual reformed gas which are inert gas in a system, and the circuit of gas

is formed. It is necessary to use by this neither the tank in which inert gas is stored, nor a combustor with a big capacity, and a system can be miniaturized.

[0032] And by circulating the gas in a system with a pump 12, the abrupt change of the temperature in a system is stopped and damage on a catalyst and the heat strain of equipment can be prevented. Moreover, residual reformed gas being consumed by circulation, the rate of exhaust gas increases, a system is cooled by the below-mentioned control, and it results in shutdown. At step 8, the temperature  $T$  in the circuit of gas is measured with a thermometer T1.

[0033] At step 9, the number  $ng$  of mols of the gas by which it exists in a circuit from the temperature  $T$  in the measured circuit is computed. At step 10, the insufficiency  $n$  of gas ( $= nt-ng$ ) is computed in a room temperature by subtracting the number  $ng$  of mols in the circuit computed at step 9 from the number of mols for maintaining the pressure in a circuit at an atmospheric pressure degree (target mol severalnt).

[0034] At step 11, in order to generate the combustion gas with which the gas insufficiency  $n$  is compensated, it decides on the supply time amount  $t$  of a fuel and air supplied to a combustor 10. That is, since the rate of flow of the fuel supplied to a combustor 10 and air is being fixed, the amount of supply is adjusted by changing the supply time amount  $t$ . At step 12, an aperture, a fuel, and air are supplied to a combustor 10, the bulb 8 between the supply time amount  $t$  and a bulb 5 are burned, and a combustion gas is generated.

[0035] Above, by step 8 to the step 12, the pressure in a system is maintained more than atmospheric pressure, and invasion of the air from the outside can be prevented easily. Next, cooling control of a reforming system is explained. In this operation gestalt, the pump 12 which sends air to the reforming machine 6 at the time of operation performs adjustment of the flow rate (the rate of flow) of the circulating gas, and it controls so that amount of temperature changes in circuit  $**T$  per predetermined time approaches target variation  $**Tt$ . Concrete control is shown in drawing 3.

[0036] At step 21, the temperature in a circuit is measured with a thermometer T1. At step 22, amount of temperature changes in circuit  $**T$  per predetermined time is computed. At step 23, the flow rate  $Fc$  after amendment is computed by (1) type, using amendment gain as  $c$  by using the circulating gas flow rate before amendment to  $Fc0$ .

$$Fc = Fc0 + cx (**Tt - **T) \quad (1)$$

At step 24, a pump 12 is adjusted based on the flow rate  $Fc$  after the computed amendment. here, flow rates  $Fc$  and  $Fc0$  are measured by the flowmeter which is not a drawing example, or measure the rotational frequency of a pump 12, and are calculated by the method of referring to a correlation attachment \*\*\*\* flow rate map to a rotational frequency.

[0037] At step 25, when it judges whether the temperature in a circuit turned into below the target temperature  $Tt$  and the temperature in a circuit turns into below the target temperature  $Tt$ , it progresses to step 26 and a pump 12 is suspended. When the temperature in a circuit is not less than [ predetermined temperature  $T1$  ], return and a circulating gas flow rate are again adjusted to step 21, and a system is cooled. The cooling rate of a system is controllable by the above the optimal.

[0038] Moreover, temperature control of circulating gas may be performed and the cooling rate of a system may be controlled by the cooling system. The system in this case is shown in drawing 4. In addition, the same sign is used about what is common in drawing 1 by drawing 4. In this operation gestalt, cooling of circulating gas performs the refrigerant which performed circulating gas and heat exchange with the cooling system 11 by making delivery and heat emit to a radiator 13 with the liquid-sending pump 14. And control of the cooling rate of circulating gas is performed by adjusting the flow rate of the refrigerant sent out from said liquid-sending pump 14. Concrete control is shown in drawing 5.

[0039] As shown in drawing 5, this control can be performed by the same control as the case where adjust the flow rate of said circulating gas and the cooling rate of a system is controlled. At step 31, the temperature  $T$  in a circuit is measured with a thermometer T1. At step 32, amount of temperature changes in circuit  $**T$  per predetermined time is computed. At step 33, refrigerant flow rate  $Fc'$  after amendment is computed by the formula (2), using amendment gain as  $c'$  using the refrigerant flow rate before amendment as  $FcO'$ .

[0040]

$$Fc' = FcO' + c'x (**Tt - **T) \quad (2)$$

At step 34, the liquid-sending pump 14 is adjusted based on refrigerant flow rate  $Fc'$  after the computed amendment. here,  $FcO'$  is measured by flow rate  $Fc'$  and the flowmeter which is not a drawing example, or measures the rotational frequency of the liquid-sending pump 14, and is called for by the method of referring to a correlation attachment \*\*\*\* flow rate map to a rotational frequency.

[0041] At step 35, it judges whether the temperature in a circuit turned into below the target temperature  $Tt$ . If the temperature in a circuit turns into below the target temperature  $Tt$ , it will progress to step 36 and the liquid-sending pump 14 will be suspended. When the temperature in a circuit has not turned into below the target temperature  $Tt$ , it

returns to step 31, a refrigerant flow rate is adjusted again, and a system is cooled.

[0042] Next, the reforming system (reforming gas-engine system) at the time of using an engine as a source of power is explained. A reforming gas-engine system is shown in drawing 6. Here, a reformed gas system engine is a system which all or some of hydrocarbon fuels are reformed [ system ], and it introduces [ system ] into an engine as reformed gas which uses hydrogen and a carbon monoxide as a principal component, and operates an engine. Since lean combustion can be performed by adding hydrogen to a fuel, fuel consumption can be raised.

[0043] As shown in drawing 6, the reforming gas-engine system is constituted including a fuel tank 1, a water tank 2, the liquid-sending pumps 3, 4, and 27, a carburetor 5, a thermometer T1, the reforming machine 6, the engine 28, the water [ a cooling system-cum-] recovery system 29, the pump 32, and the passage change over bulb (V11-V14). By switching a passage change over bulb suitably, the reflux way which flows back exhaust air in the reforming vessel 6 by bulbs V11 and V14 is formed, and a gas circuit is formed by bulbs V11, V12, V13, and V14. It is necessary to use by this neither the tank in which inert gas is stored, nor a combustor with a big capacity, and a system can be miniaturized.

[0044] Next, the actuation at the time of operation of the above-mentioned reforming gas-engine system is explained. With the liquid-sending pump 3, water is sent to a carburetor 5 by a water tank 2 to the liquid-sending pump 4 from a fuel tank 1, it is evaporated and mixed, and a hydrocarbon fuel serves as mixed gas. Mixed gas is sent to the reforming machine 6 through a bulb V11, and reforming is carried out to the gas (reformed gas) which uses hydrogen and a carbon monoxide as a principal component.

[0045] Here, although the reforming machine 6 is generating reformed gas using the steam-reforming reaction which uses a hydrocarbon fuel and water as a raw material, since this reaction is endothermic reaction, it is heated by engine waste heat through the water [ a cooling system-cum-] recovery system 29. moreover, when the capacity of engine waste heat is insufficient, it is compensating with heat according to making the partial oxidation reaction which is exothermic reaction in some of delivery and fuels about air start from the air installation way which is not a drawing example to the reforming machine 6.

[0046] It passes along a bulb V12, is mixed with the fuel supplied without going via the reforming machine 6 with air and the liquid-sending pump 27, and reformed gas is supplied to an engine 28. It passes along a bulb V13 and is sent to the water-recovery [ a cooling system-cum-] machine 29, and within this water-recovery [ a cooling system-cum-] machine 29, heat exchange is carried out to a refrigerant, it is cooled, and the exhaust gas of an engine 28 is discharged through a bulb V14 outside.

[0047] Next, the actuation at the time of shutdown is explained using the flow chart of drawing 7. To the raw material (gas) supply disconnect command to the reforming machine 6 inputted, at step 42, the carburetor 5 side of a bulb V11 is closed, the feeding to a system is intercepted, and a reflux road side (pump 32 side) is opened by step 41. At step 43, the circuit side (bulb V13 side) of a bulb V12 is opened, and an engine 28 side is closed.

[0048] At step 44, the exhaust-stream road side of an engine 28 is opened the circuit side (bulb V12 side) of a bulb V13. At step 45, the reflux road side (pump 32 side) of a bulb V14 is opened, and an exhaust air (exterior) side is closed. While forming the reflux way (V14-V11) which makes the exhaust gas of an engine 28 flow back by step 45 from the above step 42, in a system, the exhaust gas and residual reformed gas of an engine 28 which are inert gas are enclosed, and the circuit (V11-V14) of gas is formed. And a sudden rise of the temperature in the system by gas stream halt is prevented by circulating the gas in a system with a pump 32.

[0049] At step 46, the temperature T0 in a circuit is measured with a thermometer T1. At step 47, the number ng of mols of the gas by which it exists in a circuit from the temperature T0 in the measured circuit is computed. At step 48, the insufficiency n of gas (= nt-ng) is computed by subtracting the number ng of mols computed at step 47 from the number of mols for maintaining the pressure in a circuit at an atmospheric pressure degree in a room temperature (target mol severalnt).

[0050] At step 49, in order to compensate the insufficiency n of gas with the exhaust gas of an engine 28, an engine 28 computes the operation time te operated only with a hydrocarbon fuel. At step 50, after operating an engine 28 between time amount te by using only a hydrocarbon fuel as a fuel, it progresses to step 51, an engine 28 is suspended, and the exhaust-stream road side of the engine 28 of a bulb V13 is closed.

[0051] By step 46 to the above step 51, system internal pressure is maintained more than atmospheric pressure, and invasion of the air from the outside (preventing that the inside of a system becomes negative pressure) can be prevented easily. In addition, also in this system, the cooling rate of a system is controllable by [ which adjust the quantity of gas flow which circulates through the inside of a system like the case of the fuel cell system mentioned above ] depending especially or adjusting the refrigerant flow rate of water-recovery [ a cooling system-cum-] equipment 29.

[Translation done.]



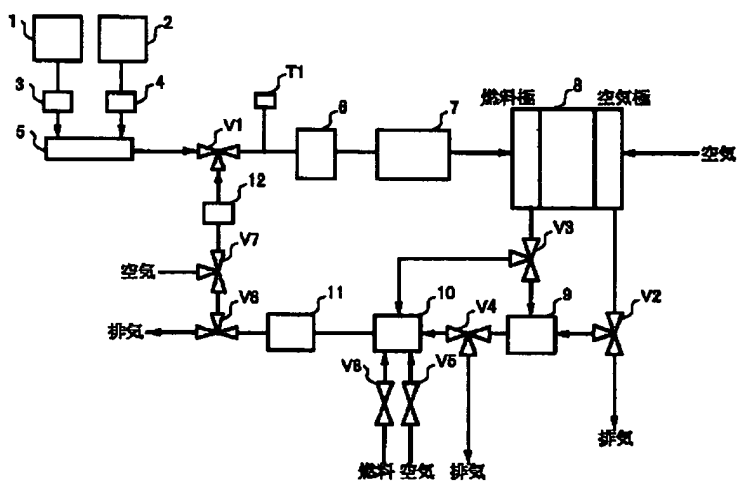
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

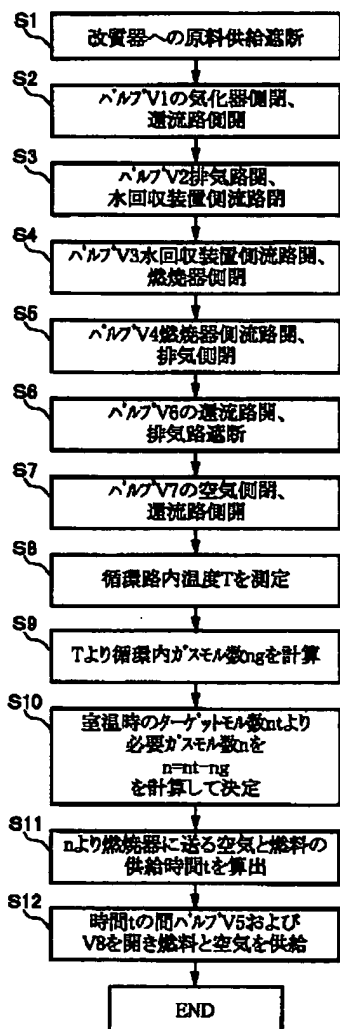
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

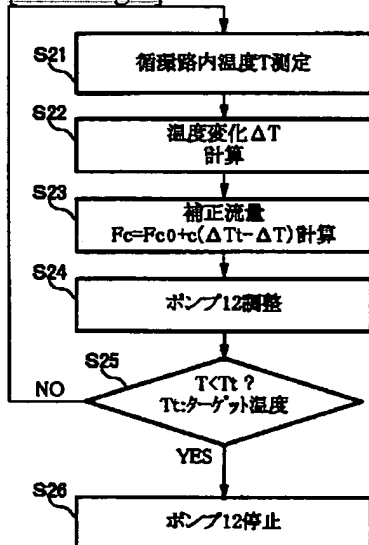
[Drawing 1]



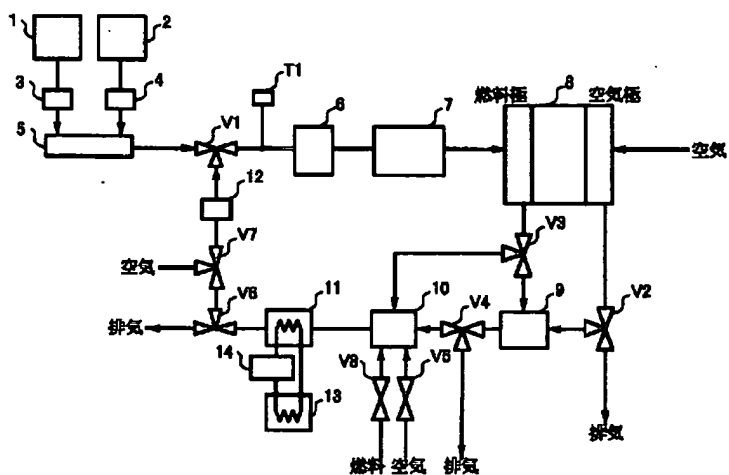
[Drawing 2]



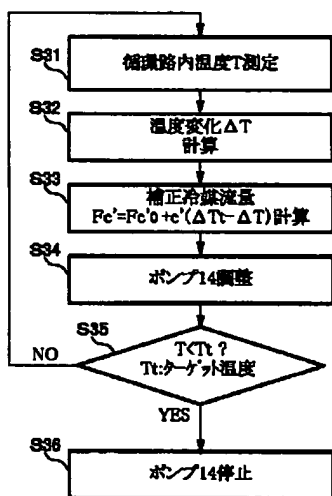
[Drawing 3]



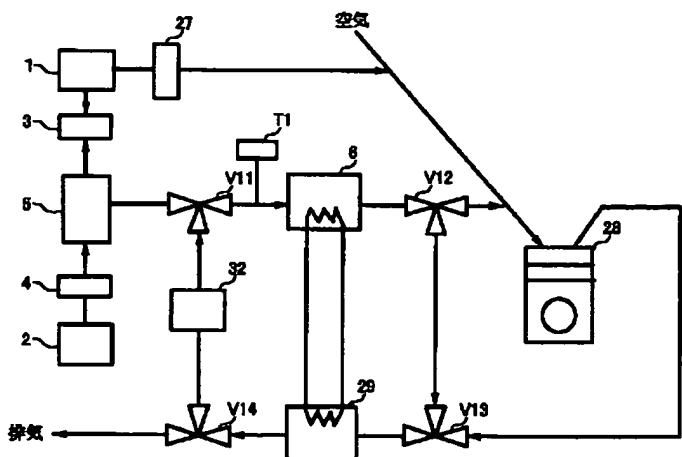
[Drawing 4]



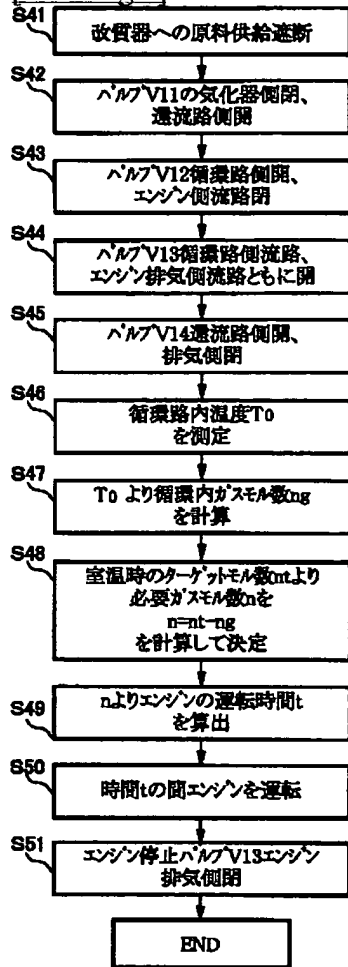
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-154807  
(P2002-154807A)

(43) 公開日 平成14年5月28日 (2002.5.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	テマコード (参考)
C01B 3/38		C01B 3/38	4G040
F02M 27/02		F02M 27/02	D 4G140
H01M 8/04		H01M 8/04	Y 5H026
			A 5H027
			G

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全9頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-349623 (P2000-349623)

(22) 出願日 平成12年11月16日 (2000.11.16)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 山内 昇

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 青山 尚志

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

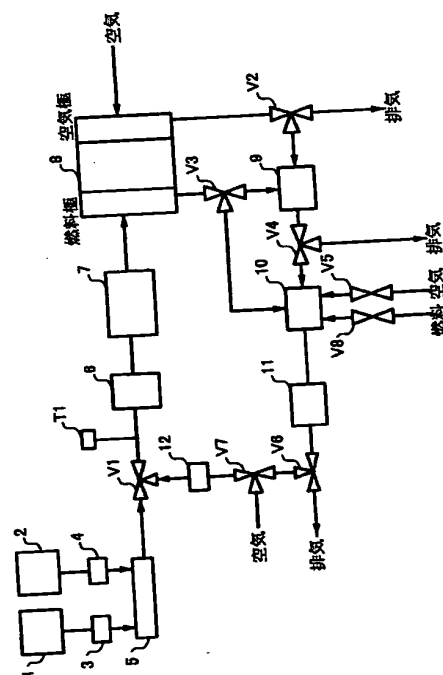
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改質システム

(57) 【要約】

【課題】 運転停止時のシステム内温度の急激な変化を防止して、触媒の損傷、装置の熱ひずみを防止すると共に、外部からの空気の侵入を容易に防止できる改質システムを提供する。

【解決手段】 燃料を改質して改質ガスを生成する改質器6と、該改質器で生成した改質ガスを燃料として作動する動力源8と、を備えた改質システムにおいて、運転停止時にバルブV6とV7により排気を改質器へ還流させる還流路を形成すると共に、バルブV1、V3、V4、V6、V7によりシステム内のガスを封入してガス循環路を形成し、封入したガスをポンプ12により循環させる。また、燃焼器11で生成される燃焼ガス（改質システムで生成される排ガス）生成量を制御することにより、システム内の圧力が負圧になることを防止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】炭化水素燃料を改質して改質ガスを生成する改質器と、該改質器で生成した改質ガスを燃料として作動する動力源と、を備えた改質システムにおいて、運転停止時に改質システムで生成される排ガスを改質器に還流させるようにシステム内を環状に封入し、該封入したシステム内のガスをポンプにより循環させることを特徴とする改質システム。

【請求項 2】前記改質システムで生成される排ガスの生成量を制御することにより、改質システム内の圧力を大気圧以上とすることを特徴とする請求項 1 に記載の改質システム。

【請求項 3】前記封入したガスを循環させるポンプは、運転時に改質器へ空気を送出する空気ポンプを兼用することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の改質システム。

【請求項 4】システム内を循環するガスの流速を調整することにより、システムの冷却速度を制御することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 にいずれか 1 つに記載の改質システム。

【請求項 5】システム内を循環するガスを冷却する冷却装置を備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 つに記載の改質システム。

【請求項 6】前記冷却装置内の冷媒の流速を調整することにより、システム内を循環するガスの温度を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の改質システム。

【請求項 7】前記冷却装置の廃熱を、改質システム内で利用することを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の改質システム。

【請求項 8】前記動力源は燃料電池であり、前記排ガスは燃料電池からの排ガス又は排ガスの燃焼ガスであること特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 つに記載の改質システム。

【請求項 9】前記動力源は改質ガス又は該改質ガスの原料として用いる炭化水素燃料の少なくとも一方を燃料とするエンジンであり、前記排ガスは該エンジンからの排ガスであることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 つに記載の改質システム。

【請求項 10】前記改質器は、炭化水素燃料と水とにより水蒸気改質反応を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 つに記載の改質システム。

【請求項 11】前記動力源の廃熱を前記改質器に供給することを特徴とする請求項 10 に記載の改質システム。

【請求項 12】前記供給される動力源の廃熱が不足した場合は、前記改質器が炭化水素燃料の一部と空気とにより部分酸化反応を行うことにより不足した熱量を補うことを特徴とする請求項 11 に記載の改質システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、炭化水素燃料から

改質ガスを生成する改質器と該改質ガスを燃料として作動する動力源とを備えた改質システムに関し、特に改質システムの運転停止技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】改質システムの運転停止時の技術としては、燃料電池の排ガスを燃焼処理した後、酸素ガスを除去して得た不活性ガスをを用いてシステム内に残留する改質ガスと置換するもの（特開平 6-203865 号公報等参照）や改質ガスの原料である炭化水素燃料を燃焼させて得た不活性ガス（燃焼排ガス）を用いてシステム内に残留している改質ガスと置換するもの（特開平 8-78037 号公報等参照）が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の技術では、システム全体を置換するために十分な量の不活性ガスを用意するため、前者は不活性ガスを蓄えておくタンクを設置する必要があり、後者は容量の大きな燃焼器を使用する必要がある。このためシステムが大型化し、特に小型化が要求される車載型のシステムとしては問題があった。

【0004】また、システムの運転停止でシステム内のガスの流れが停止してしまうため、高温で作動する改質システムでは、システム内温度が急上昇して触媒が損傷したり、低温度の不活性ガスの充填直後は、システム内温度が急低下し、その後は上記のように温度が急上昇するため温度変化が大きく、装置に熱ひずみが発生したりするといった問題があった。

【0005】さらに、不活性ガス充填直後のシステム内温度の低下によりシステム内が負圧となるため、外部からの空気の侵入を防ぐために高価な配管システムを必要としていた。そこで、本発明は以上のような従来の問題に鑑みなされたものであって、システムの小型化を図ると共に、運転停止時のシステム内温度の急激な変化を防止して、触媒の損傷、装置の熱ひずみを防止し、さらに外部からの空気の侵入を容易に防止できる改質システムを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】このため、請求項 1 に係る発明は、炭化水素燃料を改質して改質ガスを生成する改質器と、該改質器で生成した改質ガスを燃料として作動する動力源と、を備えた改質システムにおいて、運転停止時に改質システムで生成される排ガスを改質器に還流させるようにシステム内を環状に封入し、該封入したシステム内のガスをポンプにより循環させることを特徴とする。

【0007】請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に係る発明において、前記改質システムで生成される排ガスの生成量を制御することにより、改質システム内の圧力を大気圧以上とすることを特徴とする。請求項 3 に係る発明は、請求項 1 又は請求項 2 に係る発明において、前記封

入したガスを循環させるポンプは、運転時に改質器へ空気を送出する空気ポンプを兼用することを特徴とする。

【0008】請求項4に係る発明は、請求項1から請求項3のいずれか1つに係る発明において、システム内を循環するガスの流速を調整することにより、システムの冷却速度を制御することを特徴とする。請求項5に係る発明は、請求項1から請求項4のいずれか1つに係る発明において、システム内を循環するガスを冷却する冷却装置を備えたことを特徴とする。

【0009】請求項6に係る発明は、請求項5に係る発明において、前記冷却装置内の冷媒の流速を調整することにより、システム内を循環するガスの温度を制御することを特徴とする。請求項7に係る発明は、請求項5又は請求項6に係る発明において、前記冷却装置の廃熱を、改質システム内で利用することを特徴とする。

【0010】請求項8に係る発明は、請求項1から請求項7のいずれか1つに係る発明において、前記動力源は燃料電池であり、前記排ガスは燃料電池からの排ガス又は排ガスの燃焼ガスであること特徴とする。請求項9に係る発明は、請求項1から請求項7のいずれか1つに係る発明において、前記動力源は改質ガス又は該改質ガスの原料として用いる炭化水素燃料の少なくとも一方を燃料とするエンジンであり、前記排ガスは該エンジンからの排ガスであることを特徴とする。

【0011】請求項10に係る発明は、請求項1から請求項9のいずれか1つに係る発明において、前記改質器は、炭化水素燃料と水とにより水蒸気改質反応を行うことを特徴とする。請求項11に係る発明は、請求項10に係る発明において、前記動力源の廃熱を前記改質器に供給することを特徴とする。

【0012】請求項12に係る発明は、請求項11に係る発明において、前記供給される動力源の廃熱が不足した場合は、前記改質器が炭化水素燃料の一部と空気とにより部分酸化反応を行うことにより補うことを特徴とする。

#### 【0013】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、改質システムで生成された排ガスを改質器に還流させるようにシステム内を環状に封入することにより、不活性ガスである排ガスと残留した改質ガスとの両方をシステム内に封入するので、あらかじめ不活性ガスを用意するための空間や容量の大きな燃焼器を必要とせず、システムを小型化できる。また、システム内に封入したガスをポンプにより循環させるで、封入した残留改質ガスが消費されると共に、システム内温度の急激な変化を抑えられるので、触媒の損傷や装置の熱ひずみを防止できる。

【0014】請求項2に係る発明によれば、改質システムで生成される排ガス生成量を制御することにより、システム内の圧力が負圧になることを防止し大気圧以上とするので、外部からシステム内への空気の侵入を容易に

防止できる。請求項3に係る発明によれば、システム内ガス循環用ポンプとして、運転時に改質器に空気を送る空気ポンプを兼用するので、循環専用の空気ポンプを省くことができる。

【0015】請求項4に係る発明によれば、循環路内を流れるガスの流速を調整することで冷却効率を調整できるので、システムの冷却速度を制御できる。請求項5に係る発明によれば、冷却装置によりシステム内の温度調整ができるので、システムの冷却速度を制御できる。

【0016】請求項6に係る発明によれば、冷却装置の冷媒の流速を調整することでシステム内を循環するガスの冷却効率を調整できるので、システムの冷却速度を制御できる。請求項7に係る発明によれば、冷却器の廃熱を、例えば気化器等のシステム内装置で利用することにより、エネルギー効率の向上が図れる。

【0017】請求項8に係る発明によれば、燃料電池の燃料極側の排ガス又は該排ガスの燃焼ガスを利用することにより、システムの小型化が図れ、システム運転停止時の損傷を防止できる。請求項9に係る発明によれば、エンジンの排ガスを利用することにより、システムの小型化が図れ、システム運転停止時の損傷を確実に防止できる。

【0018】請求項10に係る発明によれば、炭化水素燃料と水とによる水蒸気改質反応を行うことで動力源の燃料である改質ガスを生成できる。請求項11に係る発明によれば、炭化水素燃料と水とによる水蒸気改質反応は吸熱反応であるので、動力源の廃熱を改質器に供給することでエネルギー効率が向上すると共に、動力源の廃熱回収を行うことができる。

【0019】請求項12に係る発明によれば、供給される動力源の廃熱の熱量が不足する場合に、発熱反応である炭化水素燃料の一部と空気とによる部分酸化反応を行うことで、熱量の不足分を補うことができる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。図1は、動力源として燃料電池を用いた場合の改質システムの実施例である。図1に示すように、改質システムは、燃料タンク1、水タンク2、送液ポンプ3、4、気化器5、温度計T1、改質器6、一酸化炭素除去装置7、燃料電池8、水回収装置9、燃焼器10、冷却装置11、空気を改質器6へ送出するポンプ12と各流路に適宜配された流路切換バルブ(V1~V4、V6、V7)、ストップバルブ(V5、V8)とを含んで構成される。

【0021】燃料タンク1内の炭化水素燃料は送液ポンプ3により、水タンク2内の水は送液ポンプ4により気化器5に送られる。気化器5は、炭化水素燃料と水を気化、混合して原料ガスを生成する。気化器5とバルブV1を介して連通する改質器6は、原料ガスを水素と一酸化炭素を主成分とするガス(改質ガス)に改質する。

【0022】改質ガスは、一酸化炭素除去装置7で一酸化炭素が除去されて燃料電池8に送られる。燃料電池8は、燃料極側に供給される改質ガス（水素）と図示しないポンプによって空気極側に供給される空気中の酸素とを反応させて発電する。ここで、本システムでは燃料電池8として固体高分子型燃料電池（PEFC）を用いている。

【0023】燃料電池8の燃料極側の排気流路には、バルブV3が設けられ、切り換えにより、水分回収装置9又はその下流に位置する燃焼器10への流路を形成する。燃料電池8の空気極側の排気流路には、バルブV2が設けられ、切り換えにより、水分回収装置又は外部への流路を形成する。水分回収装置9の下流側には、バルブV4が設けられ、切り換えにより、燃焼器10又は外部への流路を形成する。

【0024】燃焼器10は、バルブV5を通して空気が、バルブV8を通して燃料が供給されるよう構成されており、燃料電池8からの消費されなかった水素を含む排ガスを燃焼処理する。冷却装置11は、燃焼器10の下流側に設けられ、燃焼処理された排ガス（燃焼排ガス）を冷却する。なお、冷却装置11は熱交換機能を有し、廃熱は前記気化器5等で利用されるよう構成されている。

【0025】冷却装置11の下流側にはバルブV6が設けられ、その切り換えにより、外部又はバルブV7への流路を形成する。従って、本実施形態においては、バルブV6とバルブV7を連通させることにより、燃料電池の排ガスを燃焼した燃焼ガスを改質器6に還流させる還流路を形成する。以上のように構成された改質システムの運転時の動作について説明する。

【0026】気化器5で生成された原料ガスはバルブV1を通して、空気はポンプ12により、バルブV7、バルブV1を通して改質器6に送られる。原料ガスは、改質器6で改質され、一酸化炭素が除去された後、燃料電池8の燃料極側に送られる。ここで、PEFCでは、システム運転中は、空気極側に水が生成され、燃料極側には水が生成されない。

【0027】従って、燃料電池8の燃料極側の排ガスは、水分は含まないが燃料電池8で消費されなかった水素を含むため、バルブV3を通して燃焼器10へ送られ、水素を消費した後、冷却装置11、バルブV6を経由して外部へ排出される。一方、燃料電池8の空気極側の排ガスは、水分を含むので、バルブV2を通して水分回収装置9へ送られ、水分を回収された後、バルブV4を通して外部へ排出される。

【0028】次に、運転停止時の動作について、図2のフローチャートを用いて説明する。ステップ1（図中S1と記す。以下同様）で入力される改質器6への原料（ガス）供給遮断指令に対し、ステップ2では、バルブV1の気化器5側を閉じてシステムへの原料の供給を遮

断し、還流路側（ポンプ12側）は開いたままとする。

【0029】ステップ3では、燃料電池8の空気極側の排気流路に設けたバルブV2の排気（外部）側を開いて、水回収装置9側を閉じる。すなわち、PEFCでは、運転停止中は空気極側では水が生成されないため、水回収装置9を経由せず、そのまま外部へ排出する。ステップ4では、燃料電池8の燃料極側の排気流路に設けたバルブV3の水回収装置9側を開き、燃焼器10側を閉じる。これにより、運転停止中の燃料極側の排気流路は水回収装置9を経由するので、残留改質ガスを燃焼器10で燃焼する際に生成される水をライン内から除去して水の凝縮による触媒損傷等を防止できる。

【0030】ステップ5では、水回収装置9と燃焼器10の間に設けたバルブV4の燃焼器10側を開いて、排気側を閉じる。ステップ6では、冷却装置11の下流に設けたバルブV6の還流路側（バルブV7側）を開いて、排気側を閉じる。ステップ7では、バルブV7の空気側を閉じて、還流路側（バルブV6側）を開く。

【0031】以上のステップ2からステップ7により、バルブV6、バルブV7で燃料電池8の排ガスの燃焼ガスを改質器に還流させる還流路を形成すると共に、バルブV1、V3、V4、V6、V7でシステム内に不活性ガスである燃焼ガスと残留改質ガスをシステム内に封入して、ガスの循環路を形成する。これにより、不活性ガスを蓄えておくタンクや容量の大きな燃焼器を使用しなくてもよく、システムを小型化できる。

【0032】そして、ポンプ12によってシステム内のガスを循環させることにより、システム内温度の急激な変化を抑え、触媒の損傷、装置の熱ひずみを防止できる。また、循環により残留改質ガスが消費されつつ、排ガスの割合が増加していき、後述の制御によりシステムが冷却されて運転停止に至る。ステップ8では、温度計T1により、ガスの循環路内の温度Tを測定する。

【0033】ステップ9では、測定した循環路内の温度Tから循環路内の存在するガスのモル数 $n_g$ を算出する。ステップ10では、室温において、循環路内の圧力を大気圧程度に保つためのモル数（ターゲットモル数 $n_t$ ）からステップ9で算出した循環路内のモル数 $n_g$ を減じてガスの不足分 $n (= n_t - n_g)$ を算出する。

【0034】ステップ11では、ガス不足分 $n$ を補う燃焼ガスを生成するため、燃焼器10に供給する燃料と空気の供給時間 $t$ を決定する。すなわち、燃焼器10に供給される燃料及び空気の流速は固定されているので、その供給量を供給時間 $t$ を変化させることにより調整する。ステップ12では、供給時間 $t$ の間バルブ8及びバルブ5を開き、燃料と空気を燃焼器10に供給して燃焼させ、燃焼排ガスを生成する。

【0035】以上ステップ8からステップ12により、システム内の圧力を大気圧以上に維持して、外部からの空気の侵入を容易に防止できる。次に、改質システムの



冷却制御について説明する。本実施形態においては、循環するガスの流量（流速）の調整を、運転時に改質器 6 へ空気を送るポンプ 12 により行い、所定時間あたりの循環路内温度変化量  $\Delta T$  がターゲット変化量  $\Delta T_t$  に近づくように制御する。具体的な制御を図 3 に示す。

【0036】ステップ 21 では、温度計 T1 により、循環路内温度を測定する。ステップ 22 では、所定時間あたりの循環路内温度変化量  $\Delta T$  を算出する。ステップ 23 では、補正後の流量  $F_c$  を、補正前の循環ガス流量を  $F_{c0}$ 、補正ゲインを  $c$  として (1) 式により算出する。

$$F_c = F_{c0} + c \times (\Delta T_t - \Delta T) \quad (1)$$

ステップ 24 では、算出した補正後の流量  $F_c$  に基づいてポンプ 12 を調整する。ここで、流量  $F_c$ 、 $F_{c0}$  は、図示しない流量計によって計測されるか、あるいは、ポンプ 12 の回転数を測定し、回転数に相関づけられた流量マップを参照する等の方法によって求められる。

【0037】ステップ 25 では、循環路内温度がターゲット温度  $T_t$  以下になったか否かを判定し、循環路内温度がターゲット温度  $T_t$  以下になった場合は、ステップ 26 に進み、ポンプ 12 を停止する。循環路内温度が所定温度  $T_1$  以下になっていない場合は、ステップ 21 に \*

$$F_{c'} = F_{c0'} + c' \times (\Delta T_t - \Delta T) \quad (2)$$

ステップ 34 では、算出した補正後の冷媒流量  $F_{c'}$  に基づいて送液ポンプ 14 を調整する。ここで、流量  $F_{c'}$ 、 $F_{c0'}$  は、図示しない流量計によって計測されるか、あるいは、送液ポンプ 14 の回転数を測定し、回転数に相関づけられた流量マップを参照する等の方法によって求められる。

【0041】ステップ 35 では、循環路内温度がターゲット温度  $T_t$  以下になったか否かを判定する。循環路内温度がターゲット温度  $T_t$  以下になったら、ステップ 36 に進み、送液ポンプ 14 を停止する。循環路内温度がターゲット温度  $T_t$  以下になっていない場合は、ステップ 31 に戻って、冷媒流量を再度調整してシステムを冷却する。

【0042】次に、動力源としてエンジンをを用いた場合の改質システム（改質ガスエンジンシステム）について説明する。改質ガスエンジンシステムを図 6 に示す。ここで、改質ガスシステムエンジンとは、炭化水素燃料の全部又は一部を改質して、水素と一酸化炭素を主成分とする改質ガスとしてエンジンに導入してエンジンを作動させるシステムである。燃料に水素を添加することにより希薄燃焼を行うことができるため、燃費を向上させることができる。

【0043】図 6 に示すように、改質ガスエンジンシステムは燃料タンク 1、水タンク 2、送液ポンプ 3、4、27、気化器 5、温度計 T1、改質器 6、エンジン 28、冷却装置兼水回収装置 29、ポンプ 32 と流路切換

\* 戻り、循環ガス流量を再度調整してシステムを冷却する。以上により、システムの冷却速度を最適に制御することができる。

【0038】また、冷却装置によって循環ガスの温度制御を行い、システムの冷却速度を制御してもよい。この場合のシステムを図 4 に示す。なお、図 4 で図 1 と共通するものについては、同じ符号を使用する。本実施形態において、循環ガスの冷却は、冷却装置 11 で循環ガスと熱交換を行った冷媒を送液ポンプ 14 によりラジエータ 13 に送り、熱を放出させることにより行う。そして、循環ガスの冷却速度の制御は、前記送液ポンプ 14 から送出される冷媒の流量を調整することにより行う。具体的な制御を図 5 に示す。

【0039】図 5 に示すように、本制御は、前記循環ガスの流量を調整してシステムの冷却速度を制御する場合と同様の制御で行うことができる。ステップ 31 では、温度計 T1 により、循環路内温度  $T$  を測定する。ステップ 32 では、所定時間あたりの循環路内温度変化量  $\Delta T$  を算出する。ステップ 33 では、補正後の冷媒流量  $F_{c'}$  を、補正前の冷媒流量を  $F_{c0'}$ 、補正ゲインを  $c'$  として式 (2) により算出する。

【0040】

バルブ (V11~V14) とを含んで構成されており、流路切換バルブを適宜切り換えることで、バルブ V11 と V14 により排気を改質器 6 に還流する還流路を形成し、バルブ V11、V12、V13、V14 によりガス循環路を形成する。これにより、不活性ガスを蓄えておくタンクや容量の大きな燃焼器を使用しなくてもよく、システムを小型化できる。

【0044】次に、上記改質ガスエンジンシステムの運転時の動作について説明する。炭化水素燃料は燃料タンク 1 から送液ポンプ 3 によって、水是水タンク 2 から送液ポンプ 4 によって気化器 5 に送られ気化、混合されて混合ガスとなる。混合ガスは、バルブ V11 を通って改質器 6 へ送られ、水素と一酸化炭素を主成分とするガス（改質ガス）に改質される。

【0045】ここで、改質器 6 は炭化水素燃料と水とを原料とする水蒸気改質反応を利用して改質ガスを生成しているが、この反応は吸熱反応であるので、冷却装置兼水回収装置 29 を介してエンジン廃熱により加熱されている。また、エンジン廃熱の容量が足りない場合には、図示しない空気導入路から改質器 6 へ空気を送り、燃料の一部を発熱反応である部分酸化反応を起こさせることで熱を補っている。

【0046】改質ガスはバルブ V12 を通って、空気及び送液ポンプ 27 により改質器 6 を経由しないで供給される燃料と混合されてエンジン 28 に供給される。エンジン 28 の排ガスは、バルブ V13 を通って、冷却装置

兼水分回収器 29 に送られ、該冷却装置兼水分回収器 29 内で冷媒と熱交換し、冷却されてバルブ V14 を通って外部へ排出される。

【0047】次に、運転停止時の動作を、図 7 のフローチャートを用いて説明する。ステップ 41 で、入力される改質器 6 への原料（ガス）供給遮断指令に対し、ステップ 42 では、バルブ V11 の気化器 5 側を閉じてシステムへの原料供給を遮断し、還流路側（ポンプ 32 側）を開く。ステップ 43 では、バルブ V12 の循環路側（バルブ V13 側）を開いて、エンジン 28 側を閉じる。

【0048】ステップ 44 では、バルブ V13 の循環路側（バルブ V12 側）、エンジン 28 の排気流路側ともに開く。ステップ 45 では、バルブ V14 の還流路側（ポンプ 32 側）を開いて、排気（外部）側を閉じる。以上のステップ 42 からステップ 45 により、エンジン 28 の排ガスを還流させる還流路（V14～V11）を形成すると共に、システム内に不活性ガスであるエンジン 28 の排ガスと残留改質ガスを封入し、ガスの循環路（V11～V14）を形成する。そして、ポンプ 32 によりシステム内のガスを循環させることにより、ガス流停止によるシステム内の温度の急上昇を防止する。

【0049】ステップ 46 では、温度計 T1 により、循環路内の温度 T0 を測定する。ステップ 47 では、測定した循環路内の温度 T0 から循環路内の存在するガスのモル数  $n_g$  を算出する。ステップ 48 では、室温において循環路内の圧力を大気圧程度に保つためのモル数（ターゲットモル数  $n_t$ ）からステップ 47 で算出したモル数  $n_g$  を減じてガスの不足分  $n$  ( $=n_t - n_g$ ) を算出する。

【0050】ステップ 49 では、ガスの不足分  $n$  をエンジン 28 の排ガスで補うため、エンジン 28 が炭化水素燃料のみで運転する運転時間  $t_e$  を算出する。ステップ 50 では、炭化水素燃料のみを燃料としてエンジン 28 を時間  $t_e$  の間運転した後、ステップ 51 に進んで、エンジン 28 を停止し、バルブ V13 のエンジン 28 の排気流路側を閉じる。

【0051】以上のステップ 46 からステップ 51 により、システム内圧力を大気圧以上に維持して（システム内が負圧になることを防止して）外部からの空気の侵入を容易に防止できる。なお、本システムにおいても、前述した燃料電池システムの場合と同様に、システム内を循環するガス流量を調整することにより、又は冷却装置兼水分回収装置 29 の冷媒流量を調整することにより、システムの冷却速度を制御することができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図 1】本発明の一実施形態に係る改質システムの構成図。

【図 2】同じく改質システムの運転停止時の制御を示すフローチャート。

【図 3】同じく改質システムの冷却速度の制御を示すフローチャート。

【図 4】同じく他の実施形態に係る改質システムの構成図。

【図 5】同じく冷却装置による改質システムの冷却速度の制御を示すフローチャート。

20 【図 6】同じく他の実施形態に係る改質システム（改質ガスエンジンシステム）の構成図

【図 7】同じく改質ガスエンジンシステムの運転停止時の制御を示すフローチャート。

【符号の説明】

1…燃料タンク

2…水タンク

5…気化器

6…改質器

7…一酸化炭素除去装置

30 8…燃料電池

9…水回収装置

10…燃焼器

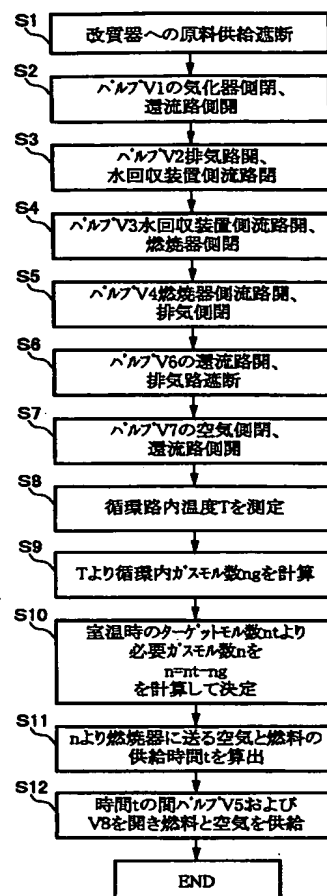
11…冷却器

13…ラジエータ

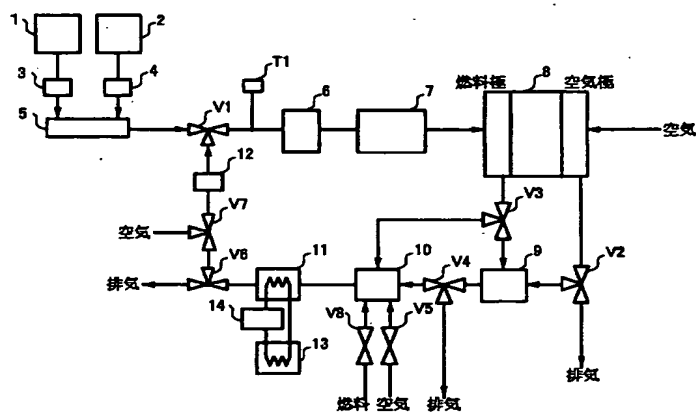
28…エンジン

29…冷却器兼水回収装置

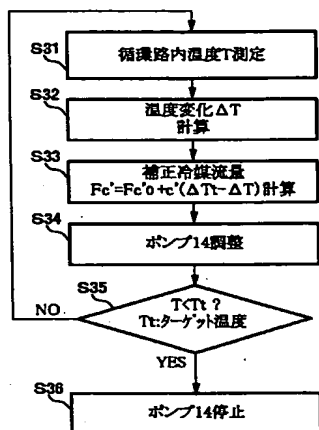
【図 2】



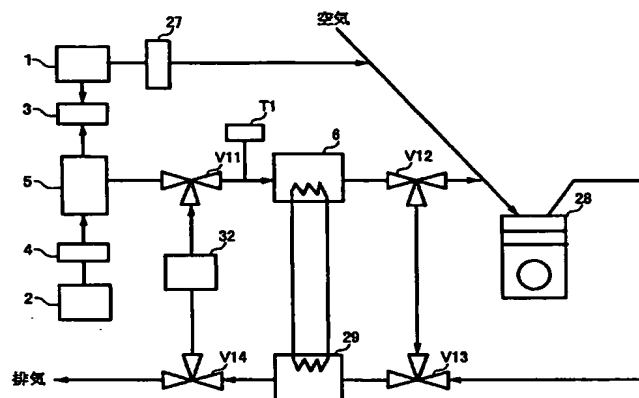
【图4】



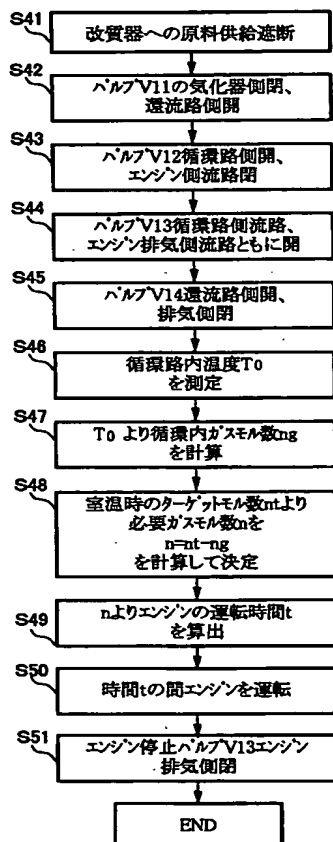
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M	8/04 J
	8/06		8/06 G
			B
	8/10		8/10
(72) 発明者	石渡 和比古	F タ-ム (参考)	4G040 EA03 EA06 EB31 EB43 EB44
	神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地		4G140 EA03 EA06 EB31 EB43 EB44
	自動車株式会社内		5H026 AA06
(72) 発明者	小松 宏		5H027 AA06 BA09 BA17 BA20 KK10
	神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地		KK42 MM03 MM08 MM12 MM16
	自動車株式会社内		